



# VU Research Portal

## Onderzoek naar schaling en aggregatie van deelmaatlatten voor KRW

van Herwijnen, M.; Janssen, R.

2004

### **document version**

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### **citation for published version (APA)**

van Herwijnen, M., & Janssen, R. (2004). *Onderzoek naar schaling en aggregatie van deelmaatlatten voor KRW*. (IVM Report; No. W-04/08). Dept. of Spatial Analysis and Decision Support.

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

# **Onderzoek naar schaling en aggregatie van deelmaatlaten voor KRW**

Marjan van Herwijnen en Ron Janssen

Rapport W04/08

23 april 2004

Interne review door: Michiel van Drunen

IVM

Instituut voor Milieuvraagstukken  
Vrije Universiteit  
De Boelelaan 1087  
1081 HV Amsterdam

Tel. 020-4449 555

Fax. 020-4449 553

E-mail: [info@ivm.falw.vu.nl](mailto:info@ivm.falw.vu.nl)

**Copyright © 2004, Instituut voor Milieuvraagstukken**

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de houder van het auteursrecht.

## Inhoud

1. Inleiding	1
2. Overzicht gebruikte methoden	3
3. Relatie EKR en klassen	7
4. Schaling deelmaatlatten	11
4.1 Fytoplankton in Meren (M14)	12
4.2 Vis in Meren (M14)	13
4.3 Macrofauna in Rivieren (R5)	16
4.4 Macroalgen en Angiospermen in Overgangs- en Kustwateren (O2)	19
5. Aggregatie deelmaatlatten	21
5.1 Gewogen som	21
5.2 One out - all out (maatlatten)	23
5.3 Combinatie	24
5.4 Kansen	25
6. Conclusies en aanbevelingen	27
7. Literatuur	29



## 1. Inleiding

Voor de Kader Richtlijn Water (KRW) zijn door de expertteams maatlatten ontwikkeld voor het meten van de ecologische kwaliteit van een waterlichaam. Voor 20 verschillende watertypen gecombineerd met drie a vier ecologische kwaliteitselementen zijn maatlatten opgesteld. Deze maatlatten zijn weer onderverdeeld in deelmaatlatten. De deelmaatlatten geven aan wat de ecologische kwaliteitsratio (EKR, op een schaal van 0-1) van het specifieke ecologische kwaliteitselement is voor het betreffende watertype. De deelmaatlatten worden geaggregeerd tot 1 maatlat.

Volgens de KRW richtlijn geldt dat de gehele ecologische toestand van een waterlichaam ‘slecht’ wordt beoordeeld als één van de 3-4 maatlatten slecht is. Deze beoordeling kan echter op verschillende manieren worden toegepast.

Aan het IVM is gevraagd twee onderdelen nader te bestuderen. Ten eerste na te gaan op welke wijze de diverse deelmaatlatten zijn geschaald naar een EKR (=ecologische kwaliteitsratio, een schaal van 0-1, conform KRW richtlijn) en wat de overeenkomsten en verschillen zijn van de gedefinieerde deelmaatlatten. Ten tweede welke methode geschikt is om deelmaatlatten te aggregeren tot één maatlat.

Het resultaat van dit project werd gepresenteerd op de bijeenkomst van experts “Referenties en maatlatten Natuurlijke watertypen” (KRW) op 7 april in Grand Hotel Wientjes in Zwolle. Dit document bevat een uitgebreide hand-out van de presentatie. In Hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de gebruikte methoden in drie watertypen van de groeidocumenten. Hoofdstuk 3 laat zien wat de relatie is tussen de EKR en de kwaliteitsklassen. Daarna wordt in Hoofdstuk 4 aan de hand van vier voorbeelden getoond hoe de deelmaatlatten geschaald zijn en hoe dit anders kan. Hoofdstuk 5 toont drie methoden waarmee de deelmaatlatten geaggregeerd kunnen worden tot een maatlat. Het document eindigt ten slotte met enkele conclusies en aanbevelingen.



## 2. Overzicht gebruikte methoden

In de groeidocumenten komen veel verschillende soorten deelmaatlatten voor. Binnen dit project is het niet haalbaar alle deelmaatlatten te analyseren. Wel is voor drie watertypen (M14, R5 en O2) een overzicht gemaakt van alle hierin voorkomende ecologisch kwaliteitselementen (zie Tabel 2.1, Tabel 2.2 en Tabel 2.3). Deze tabellen omschrijven voor enkele specifieke ecologisch kwaliteitselementen de onderstaande onderwerpen:

- Deelmaatlat: meeteenheid en of het een positieve of negatieve indicator is;.
- Schaling: het soort waarderingsfunctie, de referentiewaarden, de grenswaarde naar 0 en de grenswaarde naar 1;
- Aggregatie: gebruikte methode en, als van toepassing, de gewichten.

In de tabellen staan enkele maatlatten vet weergegeven. In Hoofdstuk 4 worden van deze maatlatten de schaling van de onderliggende deelmaatlatten en de aggregatie van deelmaatlatten naar maatlat nader bestudeerd en beschreven. Hierbij is nagegaan wat de consequenties zijn van de gebruikte schaling, de aggregatie methode en is onderzocht hoe de schaling en aggregatie op een eenvoudig en uniforme wijze kan worden toegepast, rekening houdend met de specifieke ecologische kwaliteitselementen.

Uit de tabellen komt naar voren dat vaak niet bekend is welke waarden het beste zijn en welke het slechtste. De referentiewaarde is over het algemeen wel bekend, met uitzondering van macrofauna in M14 en R5. Het is echter niet duidelijk of de referentiewaarde het beste is, en dus een 1 zou moeten krijgen, of in het midden van klasse ‘zeer goed’ valt en daarmee een 0.9 krijgt. Verder valt op dat het ecologisch kwaliteitselement Vis niet eenduidig over de watertypen bepaald wordt. De beoordeling van Vis in R5 lijkt erg op die voor fytoplankton en voor macrofyten en fytobenthos. De beoordeling van Vis in M14 is echter heel anders en die van Vis in O2 weer anders.

### *Conclusie:*

De grote lijn is dat schaling van de deelmaatlatten niet eenduidig en volgens een vaste lijn bepaald wordt. Verder is de aggregatie van de deelmaatlatten tot een maatlat over het algemeen terug te herleiden tot een soort gewogen som van de deelmaatlatten.



Tabel 2.1 Overzicht van de schaling en aggregatie per ecologisch kwaliteitselement voor Meren (M14).

Ecologisch kwaliteitselement	Deelmaatlat		Schaling	Grenswaarde			Aggregatie	
Meren (M14)	Pos. of Neg.	Meeteenheid	Soort waarde-ringsfunctie	1	0.9 (referentie)	0	Methode	Weging
<b>Fytoplankton</b>							Gewogen som van EKR	
Chlorofyl-a	Neg.	µg l <sup>-1</sup>	Convex	?	5.4	? (>178)		0.5
Sieralgen algemeen	Pos.	Aantal soorten	Lineair	?	50	? (<5)		0.125
Sieralgen kritisch	Pos.	Aantal soorten	Lineair	?	10	0		0.125
Negatieve indicatoren	Neg.	% abundantie	Convex	?	5	? (>70)		0.25
<b>Macrofyten en fyto benthos</b>							Gewogen som van EKR	
Submerse vegetatie	Pos.	% bedekking	Concaaf	100	65	0		0.11
Drijvende vegetatie	Pos.	% bedekking	Concaaf	20	10	0		0.11
Oevervegetatie	Pos.	% bedekking	Lineair	100	90	0		0.11
Waterplanten	Pos.	% aantal	Concaaf	60	50	4		0.25
Helofyten	Pos.	% aantal	Lineair	100	90	0		0.08
Positieve indicatoren	Pos.	% abundantie	Lineair	?	80	0		0.17
Negatieve indicatoren	Neg.	% abundantie	Lineair	?	5	? (>70)		0.17
<b>Macrofauna</b>							Via combinatietabel directe bepaling kwaliteitsklasse	
DN %	Neg.	% abundantie	Trap	?	?	?		(0.3)
KM % + DP %	Pos.	% abundantie	Trap	?	?	?		(0.3)
KM %	Pos.	% aantal taxa	Trap	?	?	?		(0.4)
<b>Vis</b>							Gewogen som via factoren + bepaling klassen-grenzen via onderliggende kl.grenzen	
aandeel piscivoren	Pos.	%	Vrij lineair	?	33	0		(0.07)
aandeel benthivoren	Neg.	%	Vrij lineair	?	25	?		(0.14)
BA+BV	Pos.	%	Vrij lineair	?	55	0		(0.13)
aandeel black fish	Pos.	%	Vrij lineair	?	20	0		(0.43)
aandeel limnofielen	Pos.	%	Vrij lineair	?	45	0		(0.22)

Tabel 2.2 Overzicht van de schaling en aggregatie per ecologisch kwaliteitselement voor Rivieren (R5).

Ecologisch kwaliteitselement	Deelmaatlat		Schaling	Grenswaarde			Aggregatie	
	Pos. of Neg.	Meeteenheid		1	0.9 (referentie)	0	Methode	Weging
Rivieren (R5)			Soort waarde-ringsfunctie					
Macrofyten en fyto benthos							Gewogen som van klassen	
Submerse, ... vegetatie	Pos.	% bedekking	Concaaf	100	25-70	0		0.08
Flab	Neg.	% bedekking	Convex	0	3	100		0.08
Kroos	Neg.	% bedekking	Convex	0	3	100		0.08
Oeverplanten	Pos.	% bedekking	Concaaf	100	50-100	0		0.08
Macrofyten (soortensamenstelling)	Pos.	% aantal	Lineair/concaaf	121	50	0		0.33
Positieve indicatoren	Pos.	% abundantie	Lineair	?	80	? (<10)		0.17
Negatieve indicatoren	Neg.	% abundantie	Lineair	?	5	? (>70)		0.17
<b>Macrofauna</b>							Gewogen som van score	
DN %	Neg.	% abundantie	Trap	?	?	?		(0.2)
KM % + DP %	Pos.	% abundantie	Trap	?	?	?		(0.3)
KM %	Pos.	% aantal taxa	Trap	?	?	?		(0.5)
Vis							Gewogen som van klassen	
Rehofiel (soortens.)	Pos.	Aantal soorten	Lineair	6	6	0		0.66
Limnofiel (soortens.)	Pos.	Aantal soorten	Lineair	3	4	0		0.66
Eurytoop (soortens.)	Pos.	Aantal soorten	Lineair	4	3	0		0.66
Migratie reg./zee (srt.s.)	Pos.	Aantal soorten	Lineair	2	2	0		0.66
Negatief ind. (soortens.)	Neg.	Aantal soorten	Lineair	0	?	6		0.66
Rehofiel (abund.)	Pos.	% aantal	Lineair	>40	?	0		0.66
Limnofiel (abund.)	Pos.	% aantal	Lineair	>25	?	0		0.66
Eurytoop (abund.)	Pos.	% aantal	Lineair	>35	?	0		0.66
Migratie reg./zee (abund.)	Pos.	% aantal	Lineair	>15	?	0		0.66
Negatief ind. (abund.)	Neg.	% aantal	Lineair	0	?	>40		0.66
leeftijdsopbouw	Pos.		Lineair	>6	?	<3		0.33

Tabel 2.3 Overzicht van de schaling en aggregatie per ecologisch kwaliteitselement voor Overgangs- en Kustwateren (O2).

Ecologisch kwaliteitselement	Deelmaatlat		Schaling	Grenswaarde			Aggregatie	
	Pos. of Neg.	Meeteenheid		1	0.9 (referentie)	0	Methode	Weging
Overgangs- en Kustwateren (O2)			Soort waarde-ringsfunctie					
Fytoplankton							Gewogen som	
Chlorofyl-a	Neg.	$\mu\text{g l}^{-1}$	Convex	3	6	? (>54)		0.5
Phaeocystis	Neg.	$10^6$ cellen/l	Convex	0?	0.50	? (>60)		0.5
<b>Macroalgen en Angiospermen</b>							Laagste score	
Kwelder/schor (areaal)	Pos.	Ha	Concaaf	>15.000	15.000	<10.000?		-
Kwelder/schor (kwal.)	Neg.	Minpunten	Lineair	0	0	7		-
Zeegras klein	Pos.	% bedekking	Concaaf	>60	60	0?		-
Zeegras groot	Pos.	% bedekking	Concaaf	>30	30	0?		-
Zeewier zacht substraat	Neg.	% areaal	Lineair	1	1	>4?		-
Macrofauna							Gewogen som	
Kwetsbare soorten	Pos.	% aantal	Lineair	7	7	0		0.17
Soortenvariatie	Pos.	% aantal	Lineair	23	23	0		0.33
Grote schelpdieren	Pos.	% aantal	Lineair	3	3	0		0.5
Vis							Laagste score maar in de toepassing niet helemaal	
Diadrome soorten	Pos.	aantal	Lineair	10	10	0		-
Estuarien residente srtn	Pos.	aantal	Lineair?	13	13	0		-
kinderkamersoorten	Pos.	aantal	Lineair	10	10	0		-
seizoensgastensoorten	Pos.	aantal	Lineair	5	5	0		-
huidzweren Bot	Pos.	%	Lineair	0	0	>20		-

### 3. Relatie EKR en klassen

De EKR wordt berekend door de gemeten waarde te delen door de referentiewaarde. Hierdoor ligt de EKR op een schaal van 0 (=slechtst) tot 1 (=best). De vijf klassen zijn ook een indeling op een schaal van 0 tot 1, maar deze komt niet per definitie overeen met de schaal van de EKR. Het kwantificeren van de klassenschaal is nodig voor het aggregeren van de deelmaatlatten. De wijze waarop de relatie tussen de 0-1 schaal van de EKR en de 0-1 schaal van de klassen gepresenteerd en verduidelijkt kan worden wordt in dit hoofdstuk beschreven.

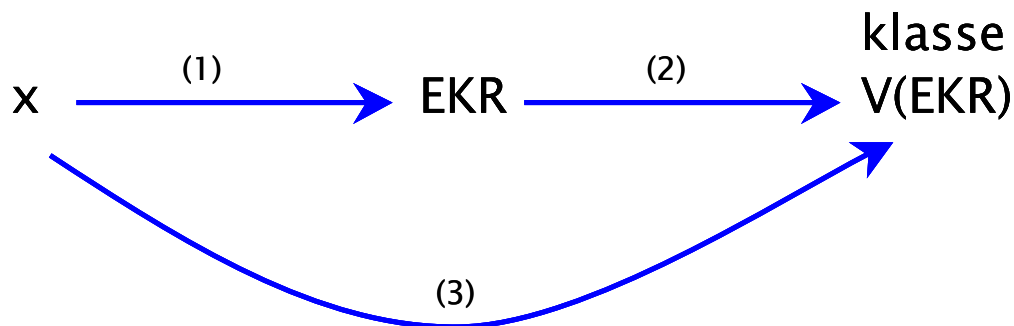
In de groeidocumenten wordt in feite de gemeten waarde in twee stappen geschaald:

Stap 1 Van meetwaarde naar EKR

Stap 2 Van EKR naar klassenschaal (verder  $V(EKR)$  genoemd).

Dit wordt in de figuur hieronder schematisch weergegeven. Omdat zowel de EKR als de  $V(EKR)$  op een 0-1 schaal weergegeven wordt, is vooral de tweede stap vrij verwarrend. Ook omdat de relatie van  $V(EKR)$  met de meetwaarde niet direct te achterhalen is. Daarom lijkt het beter om stap 2 te vervangen door stap 3:

Stap 3 Van meetwaarde naar  $V(EKR)$ .



Stap 1. van meetwaarde naar EKR.

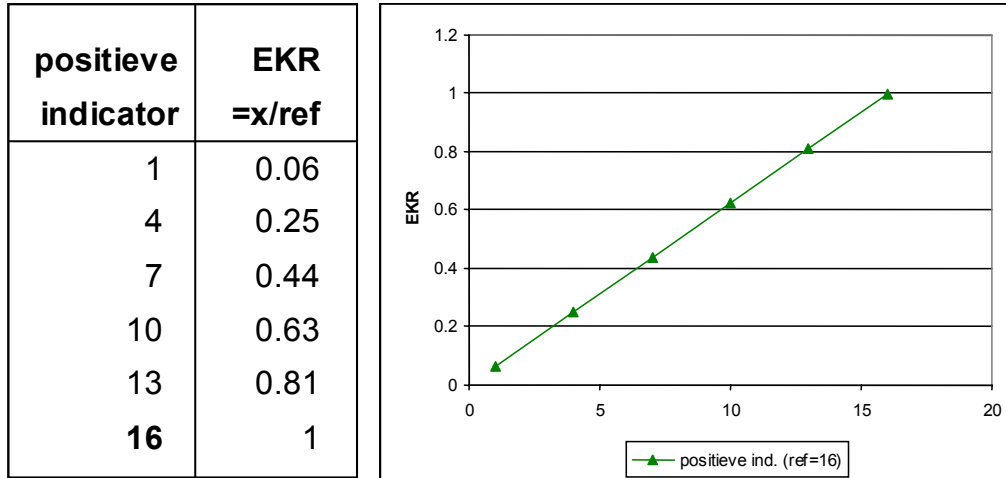
Het berekenen van de EKR in Stap 1 is vastgelegd in de KRW. Voor een positieve indicator gebeurt dit op een andere wijze dan voor een negatieve indicator. Beide typen indicatoren worden hieronder behandeld.

*Positieve indicator*

De EKR van een positieve indicator wordt berekend via onderstaande vergelijking:

$$EKR = \frac{\text{gemeten waarde}}{\text{referentie waarde}} \quad (3.1)$$

Figuur 3.1 presenteert deze vergelijking grafisch voor een positieve indicator met een referentiewaarde van 16. Duidelijk is te zien dat de waarde 20 op 1 wordt afgebeeld en de waarde 0 op 0. Vergelijking (3.1) heeft tot gevolg dat de slechtst mogelijke waarde voor een positieve indicator altijd 0 is.



Figuur 3.1 Van meetwaarde naar EKR bij een positieve indicator met een referentiewaarde van 16.

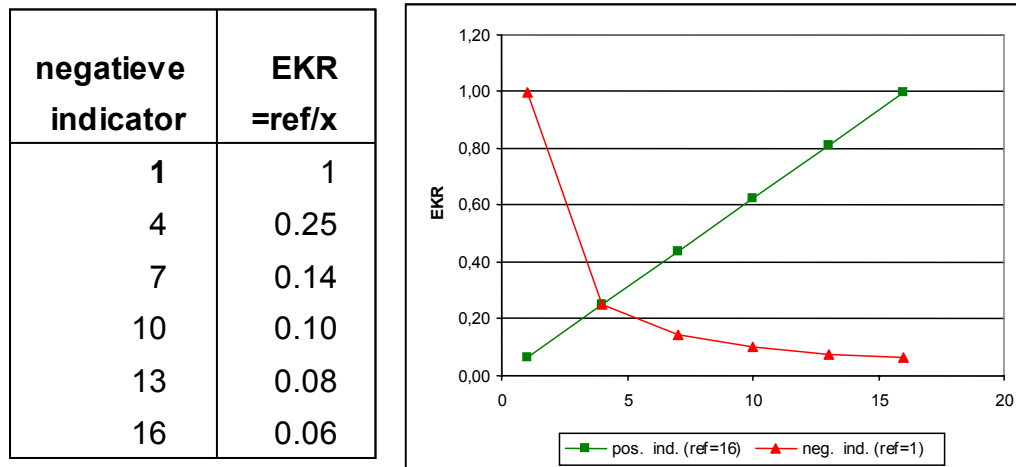
Vraag 1: Bij  $EKR = \text{waarde/referentie}$  is de slechtste waarde, de waarde die naar 0 afgebeeld wordt, altijd 0. Is 0 wel de slechtste waarde bij alle deelmaatlaten?

#### Negatieve indicator

De EKR van een negatieve indicator wordt berekend door de vergelijking voor de positieve indicator om te draaien. Dit levert de volgende vergelijking op:

$$EKR = \frac{\text{referentie waarde}}{\text{gemeten waarde}} \quad (3.2)$$

Figuur 3.2 presenteert deze vergelijking grafisch voor een negatieve indicator met een referentiewaarde van 1. Wat direct opvalt is de afwijkende vorm van de functie. Deze is niet lineair zoals bij de positieve indicator, maar convex. Duidelijk is te zien dat de waarde 1 op 1 wordt afgebeeld. Er is echter geen waarde die op nul wordt afgebeeld.



Figuur 3.2 Van meetwaarde naar EKR bij een negatieve indicator met een referentiewaarde van 1.

Vraag 2: Waarom heeft de waarderingsfunctie voor kosten indicatoren een andere vorm dan die voor positieve indicatoren? Klopt dit wel?

Vraag 3: Is het verbeteren van de negatieve indicator van 16 naar 13 even belangrijk als het verbeteren van de negatieve indicator van 5 naar 2?

Als dit zo is, dan is de waarderingsfunctie lineair.

Als het verbeteren van de negatieve indicator van 16 naar 13 belangrijker is dan het verbeteren van de negatieve indicator van 5 naar 2 dan is de waarderingsfunctie concaaf;

Als andersom, dus het verbeteren van de negatieve indicator van 5 naar 2 is belangrijker dan het verbeteren van de negatieve indicator van 16 naar 13 dan is de waarderingsfunctie convex.

*Opmerking:*

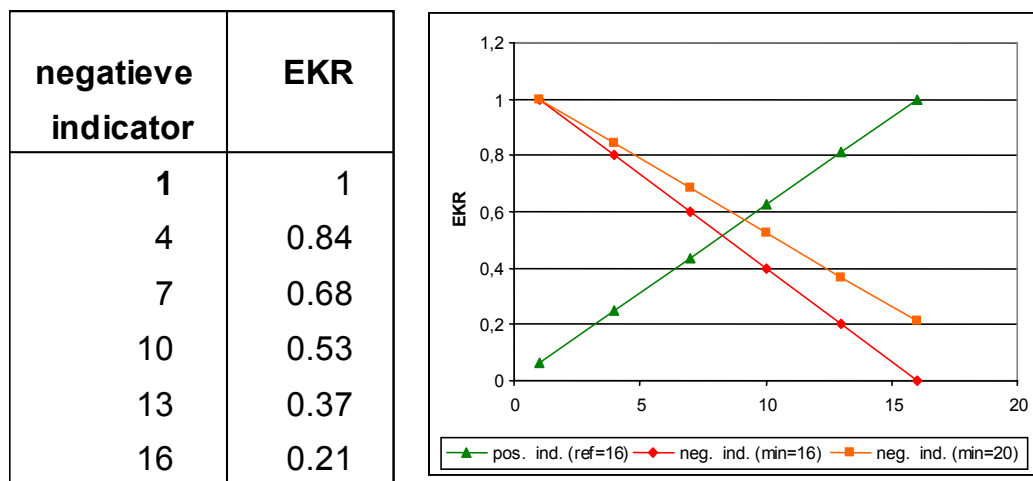
Bepaal altijd welke waarde naar 1 gaat en welke waarde naar 0 gaat. Dit is onafhankelijk welke vorm de waarderingsfunctie heeft.

*Opmerking:*

De waarde die naar 1 gaat kan de referentiewaarde zijn maar die gaat in de groeidocumenten ook wel eens naar 0.9. Bereik hier overeenstemming over zodat dit bij alle deelmaatlatten gelijk is.

Als de vorm van de negatieve indicator gelijkvormig is aan die van de positieve indicator dan zou onderstaande vergelijking gebruikt kunnen worden. Voorwaarde hierbij is dat niet alleen de beste waarde (evt. referentiewaarde) bepaald moet worden, maar ook een slechtste waarde. Merk op dat in feite automatisch aangenomen wordt dat de slechtste waarde bij de vergelijking voor positieve indicator de 0 is (0%, 0 soorten, 0 ha, etc.).

$$EKR = \frac{(\text{gemeten waarde} - \text{slechtste waarde})}{(\text{referentie waarde} - \text{slechtste waarde})} \quad (3.3)$$



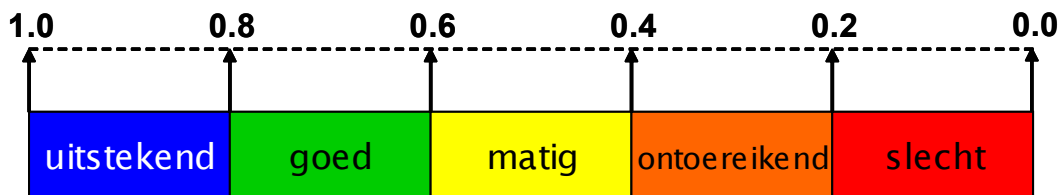
*Figuur 3.3 Van meetwaarde naar EKR bij een negatieve indicator met een referentiewaarde van 1 en een minimumwaarde van 16 en 20.*

## 4. Schaling deelmaatlatten

In voorgaand hoofdstuk is een verhandeling gehouden over de berekening van de EKR. De EKR is steeds een waarde tussen 0 en 1. Het zou eenvoudig zijn deze waarden lineair om te zetten naar de vijf waarderingsklassen ‘zeer goed’, ‘goed’, ‘matig’, ‘ontoereikend’ en ‘slecht’. Echter, een EKR van 0.6 voor de ene deelmaatlat hoort niet altijd in dezelfde waarderingsklasse als een EKR van 0.6 voor een andere deelmaatlat. Dit betekent dat de EKR voor elke deelmaatlat anders gewaardeerd wordt en dat dit voor elke deelmaatlat apart bepaald moet worden. Het is echter eenvoudiger niet de EKR van elke deelmaatlat te waarden, maar de oorspronkelijke meetwaarde. Deze waarden zijn namelijk makkelijker te hanteren en te waarden dan de EKR. Daarom wordt in dit hoofdstuk de transformatie van meetwaarde naar waarderingsklassen getoond en niet de tussenliggende stap van meetwaarde via EKR naar waarderingsklassen.

In dit hoofdstuk wordt voor elk van de vier biologische kwaliteitselementen steeds 1 voorbeeld getoond. Er wordt aangegeven welke waarderingsfuncties gebruikt zijn om de gemeten waarden om te zetten in een waardering. Deze waardering is dus niet de EKR, maar de  $V(EKR)$ : de waardering in de vijf klassen ‘zeer goed’, ‘goed’, ‘matig’, ‘ontoereikend’ en ‘slecht’.

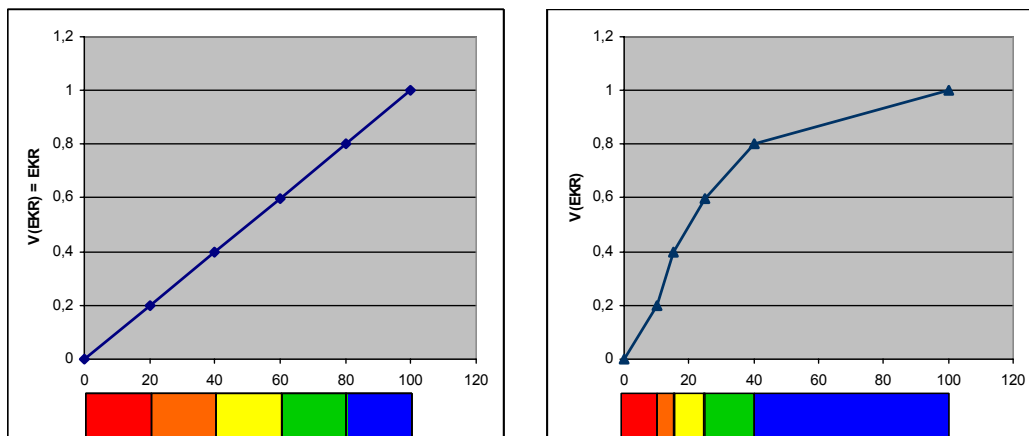
Om de waarderingsfunctie van meetwaarde naar klasse eenvoudig af te beelden zijn de vijf klassen evenredig verdeeld over een range van 0 tot 1. Dit betekent dat steeds de grenswaarden van de vijf klassen worden afgebeeld via onderstaand schema:



Indien de klassengrenzen evenredig over de meetwaarden verdeeld worden, dan is de waarderingsfunctie voor de  $V(EKR)$  een rechte lijn. De waarderingsfunctie is daarmee vergelijkbaar met die voor de EKR (zie linker grafiek in figuur hieronder).

Zijn de klassengrenzen echter niet evenredig verdeeld over de meetwaarden, zoals te zien is in de rechtergrafiek hieronder, dan is de waarderingsfunctie niet lineair. De waarderingsfunctie kan dus bepaald worden door het vaststellen van de klassengrenzen op de x-as, bij de meetwaarden.





Figuur 4.1 Verdeling van klassengrenzen over de meetwaarden: links evenredig, rechts niet evenredig.

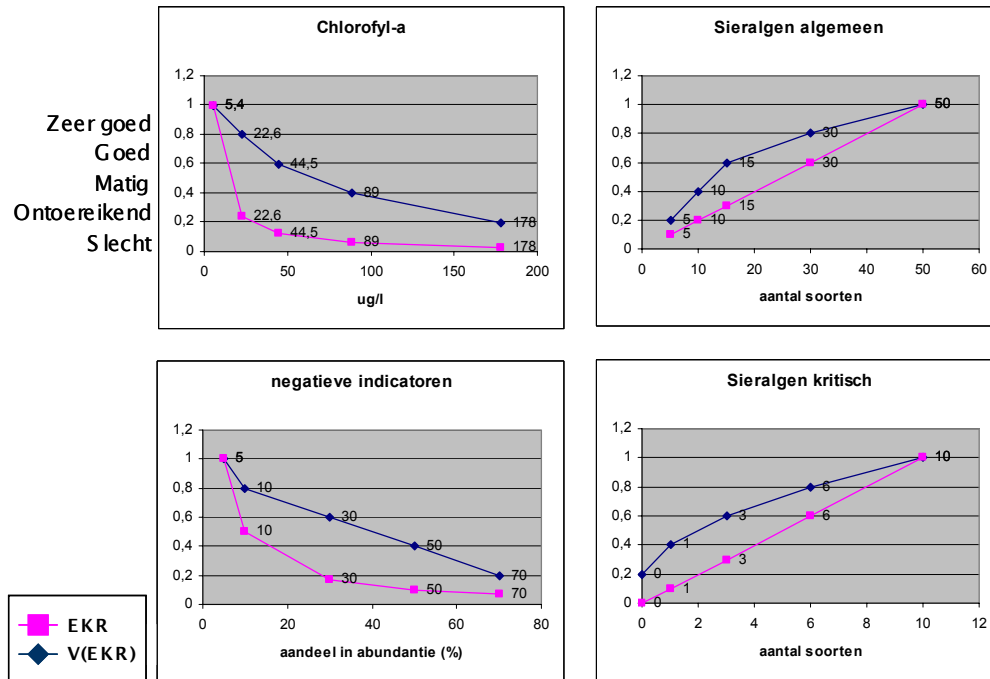
#### 4.1 Fytoplankton in Meren (M14)

De toegekende grenswaarden in de vier deelmaatlaten van Fytoplankton in M14 zijn de volgende:

Tabel 4.1 De grenswaarden van de vier deelmaatlaten van Fytoplankton.

Chlorofyl-a		Sieralgen algemeen		Sieralgen kritisch		Negatieve indicatoren	
x-waarde	V(EKR)	x-waarde	V(EKR)	x-waarde	V(EKR)	x-waarde	V(EKR)
5,4	1	50	1	10	1	5	1
22,6	0,8	30	0,8	6	0,8	10	0,8
44,5	0,6	15	0,6	3	0,6	30	0,6
89	0,4	10	0,4	1	0,4	50	0,4
178	0,2	5	0,2	0	0,2	70	0,2

Deze waarderingen staan grafisch afgebeeld in onderstaande grafieken (V(EKR)). Ter vergelijking is ook steeds de grafiek van de EKR afgebeeld. Duidelijk is te zien dat de V(EKR) nogal afwijkt van de EKR.



Figuur 4.2 De EKR en de waarderingsfuncties van de vier deelmaatlatten van Fytoplankton.

#### Opmerkingen:

Niet alle grenswaarden zijn bekend. Voor alle deelmaatlatten geldt dat de meetwaarden die als slecht gewaardeerd worden niet gepreciseerd worden. Voor beide sieralgen-indicatoren geldt dat de bovengrens niet gedefinieerd is. Ten eerste is de referentiewaarde voor sieralgen algemeen >30%. Dit is geen waarde maar een range van waarden. Verder is niet duidelijk of deze waarde naar 0.8, 0.9 of 1.0 gaat.

## 4.2 Vis in Meren (M14)

Schaling voor Vis indicatoren in Meren (M14) wordt gedaan via Tabel 4.2. Hierin worden niet alleen de schaling aangegeven maar ook hoe ze geaggregeerd worden.

Tabel 4.2 *Klassengrenzen van de maatlat en de deelmaatlatten voor de vijf kwaliteitsklassen.*

Deelmaatlatten	Slecht	Ontoe-reikend	Matig	GET	ZGET	factor
Constante						0,24
aandeel piscivoren (%)	< 7	< 18	< 28	< 33	≥ 33	0,0013
aandeel benthivoren (%)	> 53	> 36	> 28	> 25	≤ 25	-0,0026
BA+BV in % van alle eury-topen	< 18	< 35	< 48	< 55	≥ 55	0,0024
aandeel black fish (%)	< 0	< 4	< 12	< 20	≥ 20	0,0079
aandeel limnofielen (%)	< 4	< 13	< 30	< 46	≥ 45	0,0041
totaalbeoordeling	<0,34	<0,54	<0,7	>0,69		<0,17

De waarden ZGET zijn gerelateerd aan de referentiewaarden. De factoren in de laatste kolom worden gebruikt als gewicht voor de berekening van de EKR voor de maatlat.

Aggregatie vindt plaats via onderstaande vergelijking:

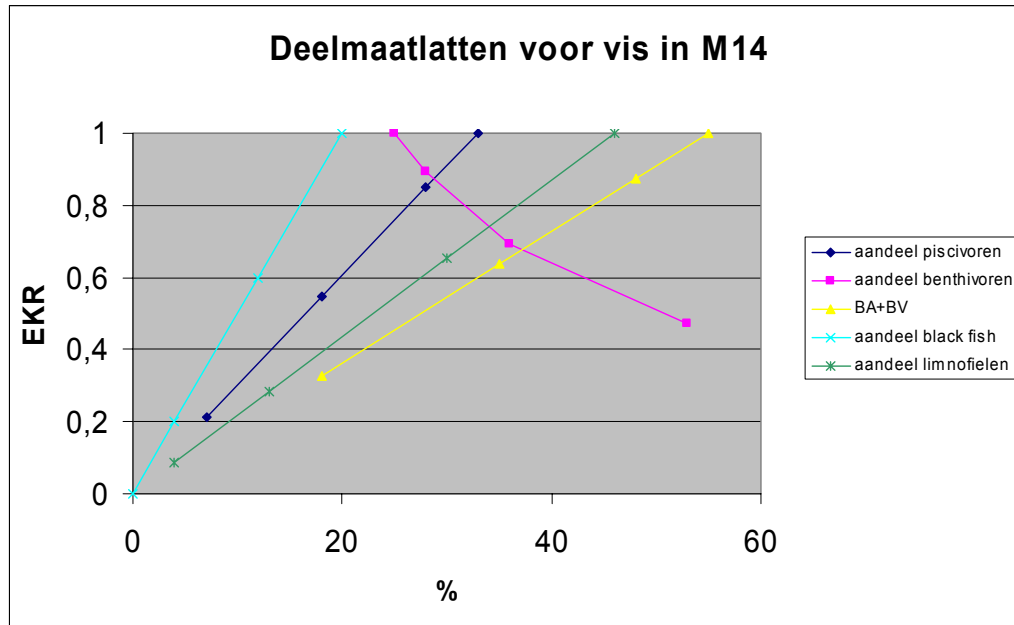
$$\text{EKR-waarde} = \text{constante} + \sum_{i \text{ over indicatoren}} \text{factor}_i * \text{percentage}_i \quad (4.1)$$

Het is onduidelijk hoe deze factoren zijn bepaald. Bestudering van de factoren resulteert in de veronderstelling dat het aandeel black fish (factor = 0.0079) 3 keer belangrijker is dan aandeel benthivoren (factor = -0.0026).

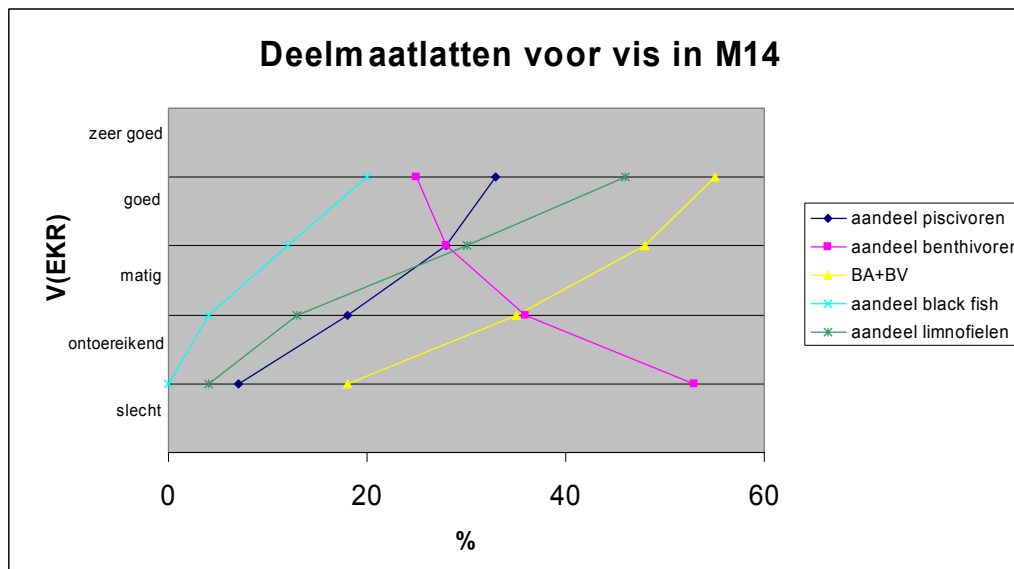
Vraag: Is dit waar?

*Opmerking:*

De gebruikte methode voor aggregatie van deelmaatlatten voor Vis is eigenlijk gelijk aan de methode die gebruikt is bij Fytoplankton (gewogen som). Het verschil is echter dat de deelmaatlatten voor Vis niet geschaald worden, maar dat het vergelijkbaar maken van de deelmaatlatten geïntegreerd is in de vermenigvuldigingsfactor. Hierdoor wordt het geheel nogal ondoorzichtig. Daar komt nog bij dat de negatieve indicator ‘aandeel Benthivoren’ een negatieve factor heeft. Beter is het de deelmaatlatten eerst te schalen naar een waarde tussen 0 en 1, ook het ‘aandeel Benthivoren’ en daarna gewogen bij elkaar op te tellen.



Figuur 4.3 De EKR voor de deelmaatlatten van vis in M14.



Figuur 4.4 De waarderingsfuncties voor de deelmaatlatten van vis in M14

#### Conclusie:

De functies voor  $V(EKR)$  lijken erg op die voor  $EKR$ . Bij de  $V(EKR)$  is echter wel de waardering tussen 0.2 en 0.8 bepaald, maar de waardering onder 0.2 en boven 0.8 is nog onbekend. Dit levert problemen op bij de aggregatie van de deelmaatlatten.

### 4.3 Macrofauna in Rivieren (R5)

Schaling voor Macrofauna indicatoren in Rivieren (R5) wordt als volgt gedaan:

*Tabel 4.3 Overzicht van de deelmaatlaten die zijn opgenomen in de maatlat voor R5 met bijbehorende getalswaarden voor de begrenzing van de score.*

Deelmaatlat	waarde	Score
DN % (abundantie)	$\geq 41$	0,1
	$< 41$	0,2
KM % (aantal taxa)	$\leq 10$	0,1
	$> 10 - < 28$	0,2
	$\geq 28 - < 50$	0,3
	$\geq 50$	0,5
KM % + DP % (abundantie)	$< 5$	0,1
	$\geq 5 - < 25$	0,2
	$\geq 25$	0,3

Aggregatie van de waarden vindt plaats door sommatie van de scores. De gesommeerde score ligt tussen 0,3 en 1,0 en wordt via onderstaand tabel aan een kwaliteitsklasse toe- kent:

*Tabel 4.4 Toekenning van de totaal scores in kwaliteitsklassen voor macrofauna indi- catoren in Rivieren (R5)*

totaal score	Kwaliteitsklasse
$\leq 0,3$	Slecht
$> 0,3 - < 0,6$	Ontoereikend
$\geq 0,6 - < 0,8$	Matig
$\geq 0,8 - \leq 0,9$	Goed
$> 0,9 - \leq 1,0$	zeer goed

Vraag: hoe zijn de grenzen voor de indicatorwaarden aan de referentiewaarden gerela- teerd?

Vraag: Hoe wordt de kwaliteitsklasse gerelateerd aan de EKR?

*Opmerking 1:*

De waarde 'slecht' komt alleen voor als de deelmaatlaten alle drie de laagste score (0,1) halen.

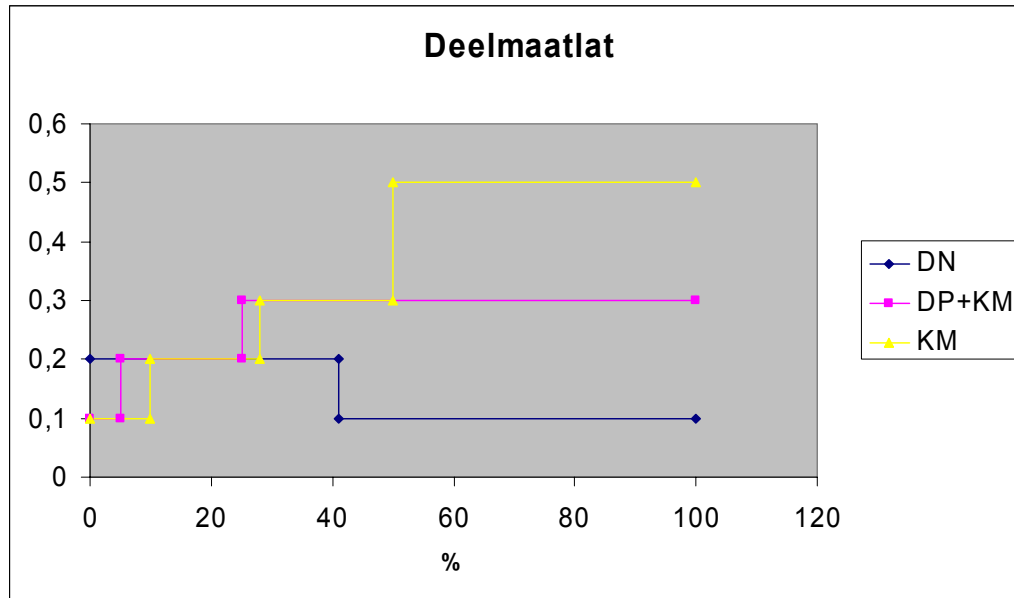
*Opmerking 2:*

Elke deelmaatlat krijgt een afzonderlijke score op verschillende ranges: hierdoor zijn de deelmaatlaten niet onderling vergelijkbaar.

*Opmerking 3:*

De toegepaste aggregatie lijkt een ongewogen som, maar in feite is het een gewogen som met de volgende gewichten:

$$\text{DN}\% = 0.2; \quad \text{DP}\% + \text{KM}\% = 0.3; \quad \text{KM}\% = 0.5;$$



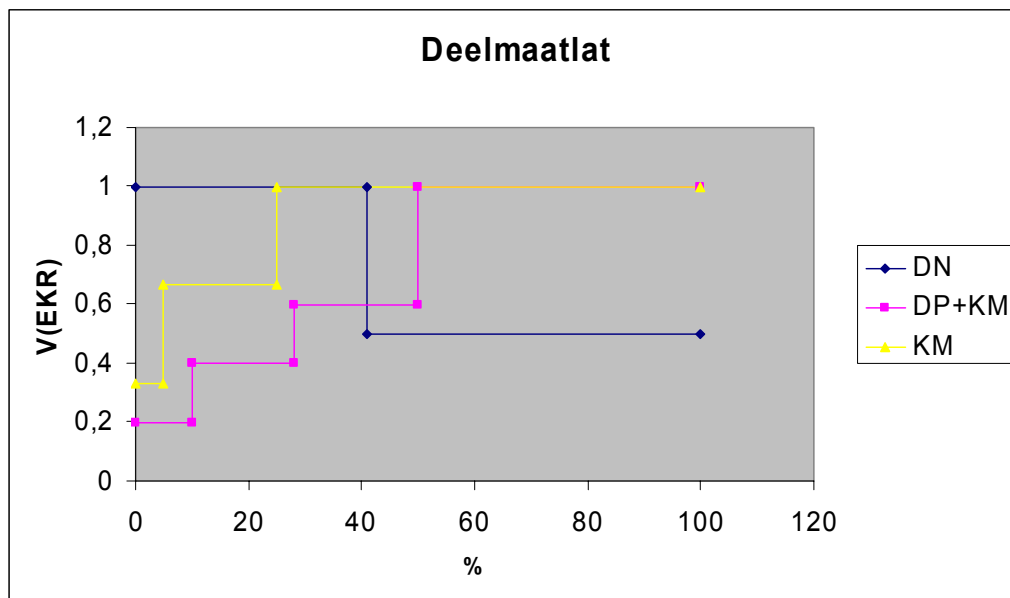
*Figuur 4.5 Waarderingsfuncties van de deelmaatlaten van macrofauna in R5 zoals toegepast in het groeidocument.*

De maximale score per deelmaatlat geeft indirect het gewicht aan van de deelmaatlat. Door nu de deelmaatlaten te schalen naar een range tussen 0 en 1 en de gewichten van hierboven te gebruiken kan ook in dit biologisch kwaliteitselement eenvoudig gewogen somming worden toegepast. De waarderingsfuncties zien er dan uit als in onderstaande grafiek.

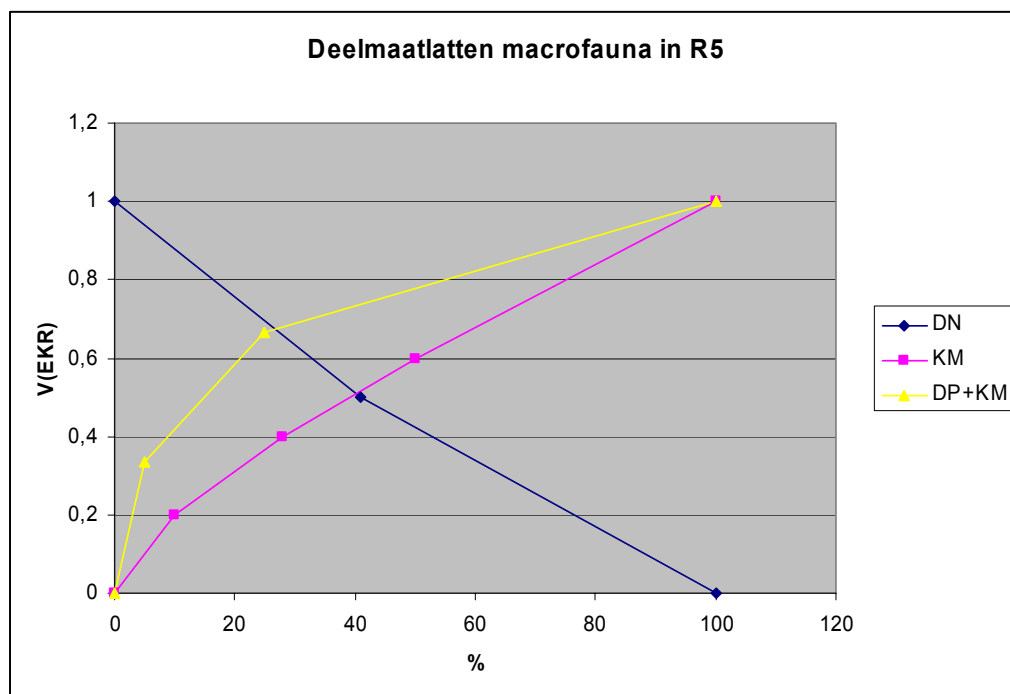
Een trapfunctie kan ook continue gemaakt worden zoals te zien is in de grafiek in Figuur 4.7. Het lineair maken van trapfuncties heeft als voordeel dat het bepalen van de grenswaarde niet zo nauwkeurig hoeft omdat een iets andere grenswaarde vrijwel geen invloed heeft op het resultaat (zie Tabel 4.5). De vraag waarom bij DN de grens op 40% ligt en niet op 39 is daarmee minder belangrijk.

*Tabel 4.5 Waardering van meetwaarden dicht bij een grenswaarde.*

Soort functie	meetwaarde	waardering	meetwaarde	waardering
Trapfunctie	39	1	41	0.5
Continue functie	39	0.51	41	0.48



Figuur 4.6 Waarderingsfuncties van de deelmaatlaten van macrofauna in R5 geschaald naar een range van 0 tot 1.



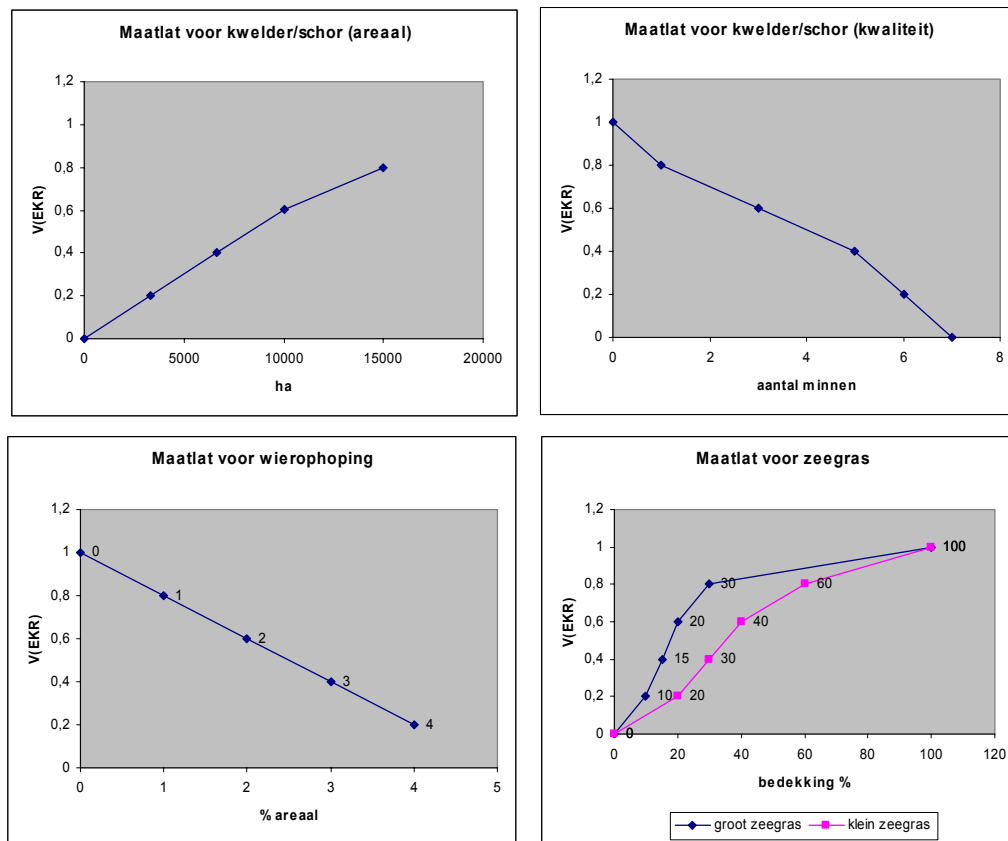
Figuur 4.7 Waarderingsfuncties van de deelmaatlaten van macrofauna in R5 geschaald naar een range van 0 tot 1 én continue gemaakt.

#### 4.4 Macroalgen en Angiospermen in Overgangs- en Kustwateren (O2)

Tabel 4.6 toont de schaling voor macroalgen en Angiospermen in Overgangs- en Kustwateren (O2). Figuur 4.8 beeldt de schaling af in waarderingsfuncties.

Tabel 4.6 Schaling voor macroalgen en Angiospermen in Overgangs- en Kustwateren (O2).

kwelder/- schor	kwelder/- schor	klein zeegras	groot zeegras	wieren	V(EKR)
Areaal	kwaliteit (# minnen)	bedekking (%)	bedekking (%)	wierophoping (%)	
0	7	0	0		0
	6	20	10	4	0,2
	5	30	15	3	0,4
10000	3	40	20	2	0,6
15000	1	60	30	1	0,8
	0			0	1



Figuur 4.8 Waarderingsfuncties voor macroalgen en Angiospermen in Overgangs- en Kustwateren (O2).

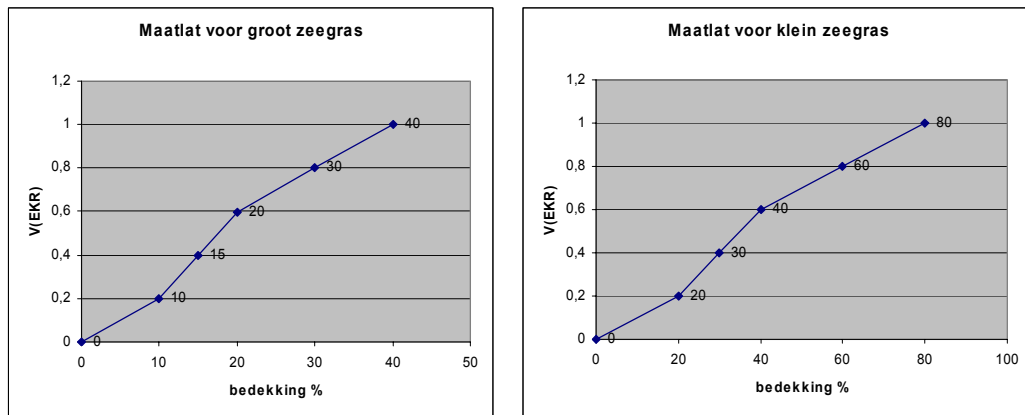
Aggregatie van de deelmaatlatten vindt plaats volgens gewogen somming in stappen, allen met gelijk gewicht.



*Opmerkingen:*

De referentiewaarden zijn bepaald. De waardering van de referentiewaarde is 'Zeer goed' maar welke waarde daar bij hoort is onduidelijk: 0.8, 0.9 of 1.0? Dit geeft problemen bij aggregatie.

De waarderingsfuncties zijn vrij lineair. Ook beide voor zeegras, als je niet 100% als beste waarde neemt, maar een waarde in de lijn van de functie. In de figuur hieronder is voor klein zeegras een eindwaarde van 80% gekozen en voor groot zeegras een eindwaarde 40%. De waarderingsfuncties zien er dan al veel rechter uit (zie grafiek hieronder). Dit geeft meteen aan hoe belangrijk het is om de eindpunten van een waardering vast te leggen.



*Figuur 4.9 Waarderingsfuncties voor zeegras bij een 'beste' waarde van 40 (groot zeegras) en van 80 (klein zeegras).*

## 5. Aggregatie deelmaatlatten

Het doel van het aggregeren van deelmaatlatten is het verkrijgen van een eindoordeel van een oppervlaktewater. Een middel om dit te verkrijgen is het samenvoegen van meerdere deelmaatlatten tot 1 maatlat. Voorwaarde hierbij is dat de deelmaatlatten vergelijkbaar zijn of gemaakt worden.

Dit hoofdstuk behandelt aan de hand van een biologisch kwaliteitselement, Fytoplankton in M14, de volgende drie methoden:

1. Gewogen som;
2. One out - all out;
3. Combinaties;
4. Kansen.

Het voorbeeld dat in dit hoofdstuk gebruikt wordt laat de metingen van Fytoplankton zien in het Naardermeer, het Zuidlaardermeer en een voorbeeldmeer. Verder zijn de referentiewaarden en de slechtst mogelijke waarden voor Fytoplankton meegenomen ter vergelijking. De waarden die in het voorbeeld gebruikt worden staan in de tabel hieronder.

*Tabel 5.1 Tabel met meetwaarden voor Fytoplankton meetlatten.*

	Neg./ Pos.	Eenheid	Naarder- meer	Zuidlaar- dermeer	Voor- beeldmeer	referentie	slechtste waarde
Chlorofyl-a	Neg.	ug/l	7,0	109,0	8,0	5,4	178,0
Sieralgen algemeen	Pos.	aantal soorten	7	10	30	50	5
Sieralgen kritisch	Pos.	aantal soorten	1	1	2	10	0
Negatieve indicatoren	Neg.	% abundantie	14	68	10	5	70

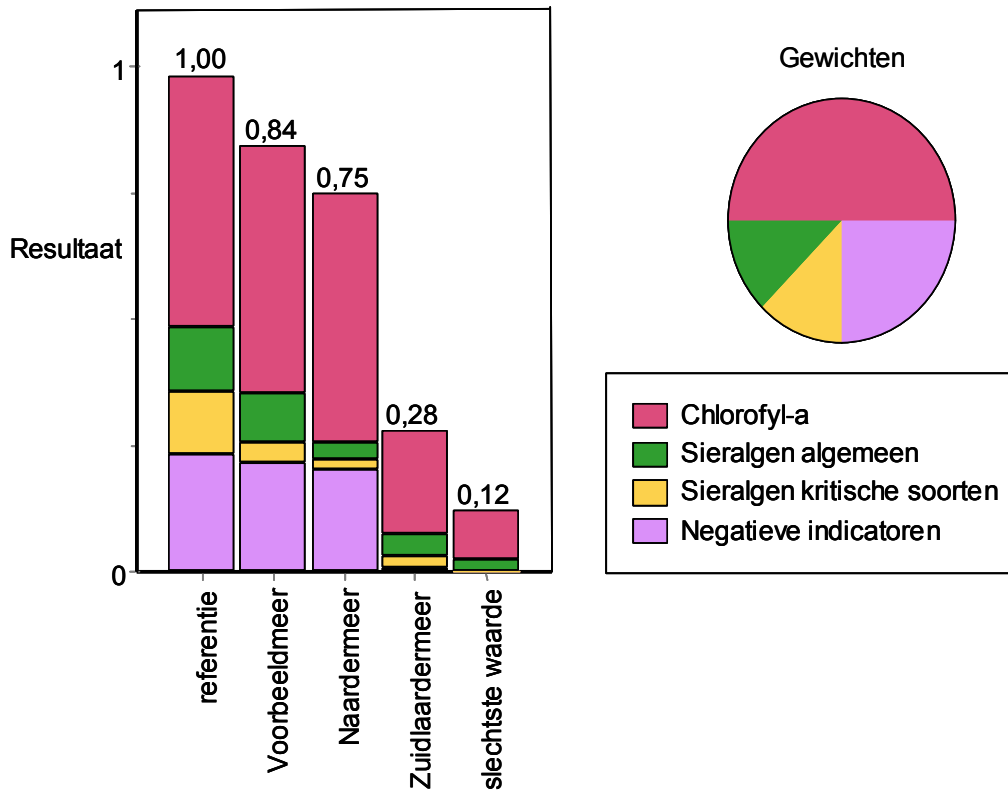
### 5.1 Gewogen som

De stappen die nodig zijn om gewogen sommering toe te passen zijn:

1. Schaling van de deelmaatlatten waardoor deze vergelijkbaar worden;
2. Weging van de deelmaatlatten
3. Meetwaarden vermenigvuldigen met gewicht en sommeren

De schaling van de deelmaatlatten is behandeld in het vorige hoofdstuk. Het geven van gewichten wordt over het algemeen door experts gedaan. Hier gaan we nu niet dieper op in. Het resultaat van het toepassen van gewogen sommering op de deelmaatlatten van Fytoplankton kan gepresenteerd worden als in Figuur 5.1. De hoogte van de staafdiagram geeft de eindbeoordeling weer. De taartdiagram toont de toegekende gewichten aan de vier deelmaatlatten. De indeling van de staven geeft aan wat de gewogen bijdrage van elke deelmaatlat is aan het eindresultaat. De prestaties van het Naardermeer en het voorbeeldmeer voor de deelmaatlat 'negatieve indicatoren' liggen dicht bij de referentie-

waarde. De prestatie voor het Zuidlaardermeer is echter duidelijk minder. Deze figuur geeft duidelijk weer voor welke deelmeetlat een waterlichaam erg goed of juist helemaal niet goed presteert.



Figuur 5.1 Gewogen somming toegepast op de deelmaatlaten van Fytoplankton.

### Karakterisering van gewogen somming

#### Nodig:

Waardering deelmaatlaten;

Weging deelmaatlaten;

#### Voorwaarde:

Compensatie tussen deelmaatlaten is mogelijk;

#### Voordeel:

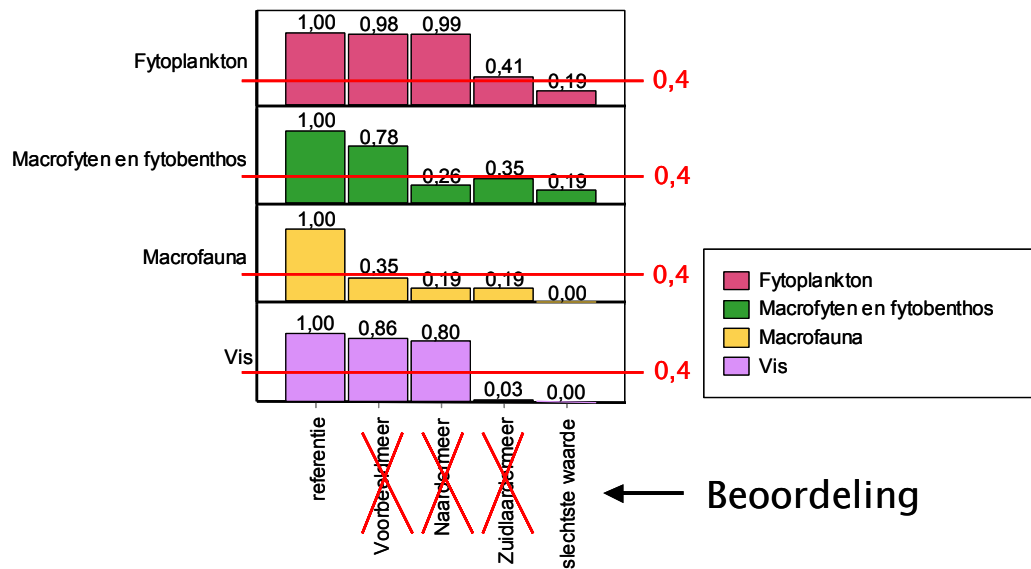
Eindbeoordeling;

#### Nadeel:

Heel slechte score voor 1 deelmaatlat kan 'verdwijnen'.

## 5.2 One out - all out (maatlatten)

Deze methode moet voor de KRW worden toegepast op het aggregeren van maatlatten. Ter illustratie wordt hieronder de methode toegepast op deelmaatlatten. Een grenswaarde van 0,4 betekent dat alle drie de meren niet goedgekeurd zijn. Het voorbeeldmeer ligt echter duidelijk bij de grens van wel toegelaten worden. Als er een lichte verbetering optreedt voor Sieralgen kritische soorten dan is dit meer goedgekeurd.



Figuur 5.1 One out – all out toegepast op de maatlatten.

### Karakterisering van one out - all out

*Nodig:*

Grenswaarden voor 'out';

*Voorwaarde:*

Geen;

*Voordeel:*

Te slechte score voor 1 maatlat kan niet 'verdwijnen';

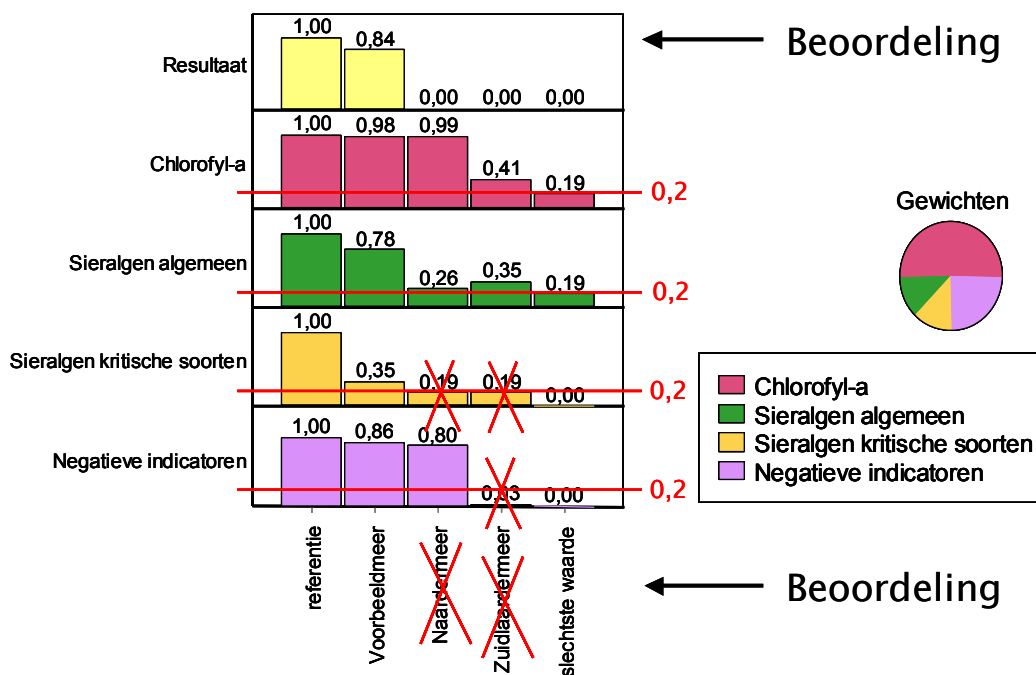
*Nadeel:*

Eindbeoordeling is binair (ja/nee; in/out);

Te slechte score voor 1 maatlat is alles bepalend waardoor goede scores voor andere maatlatten 'verdwijnen'.

### 5.3 Combinatie

Het is ook mogelijk eerst de methode one out – all out toe te passen en daarna, voor de waterlichamen die nog niet afgefallen zijn, de eindbeoordeling te berekenen (zie Figuur 5.2). De grenswaarde voor one out - all out ligt strenger dan hiervoor, op 0.2 in plaats van 0.4. Dit betekent dat een prestatie voor een deelmaatlat heel erg slecht moet zijn wil het meer eruit liggen. Ligt de prestatie onder de 0.2 dan kan deze dus niet gecompenseerd worden door een goede prestatie.



Figuur 5.2 Gewogen somming gecombineerd met one out – all out toegepast op de deelmaatlaten van Fytoplankton.

#### Karakterisering van Combinatie

##### Nodig:

Schaling deelmaatlaten;  
Grenswaarden voor 'out';  
Weging deelmaatlaten;

##### Voorwaarde:

Compensatie tussen deelmaatlaten is, tot op zekere hoogte, mogelijk;

##### Voordeel:

Heel slechte score voor 1 deelmaatlat kan niet 'verdwijnen';  
Gedeeltelijke eindbeoordeling;

##### Nadeel:

Gedeeltelijke eindbeoordeling.

## 5.4 Kansen

Deze methode kan worden toegepast indien er een (grote) verzameling meetgegevens beschikbaar is. In feite is dan onzeker wat de precieze meetwaarde is (het percentage of de aantallen soorten). Door voor alle deelmaatlatten het gemiddelde van de meetwaarden te nemen en op deze gemiddelden gewogen somming toe te passen kan een geaggregeerde waarde voor de maatlat berekend worden. Daarna kan, met bijvoorbeeld een Monte Carlo simulatie, de onzekerheid van het resultaat berekend worden. Het in de simulatie te gebruiken onzekerheidspercentage kan berekend worden uit de verzameling meetgegevens.

Voor het toepassen van onderstaande kanstabel blijft schaling noodzakelijk. Voor de klassen moet worden bepaald welke meetwaarden erin liggen. Aggregatie van de deelmaatlatten vindt plaats door gewogen som van de kansen van de deelmaatlatten.

*Tabel 5.2 Per deelmaatlat wordt de beoordeling uitgedrukt in de kans dat de beoordeling in een bepaalde klasse uitkomt.*

	Deelmaatlat 1	Deelmaatlat 2	Deelmaatlat 3	Eindoordeel
Zeer goed	0,2	0,4	0,1	0,23
Goed	0,6	0,5	0,3	0,47
Matig	0,1	0,1	0,4	0,20
Ontoereikend	0,1	0	0,1	0,07
Slecht	0	0	0,1	0,03

Toekenning van de meetwaarden aan een klasse kan nog steeds gebeuren door de meetwaarden te schalen tussen 0 en 1 via een waarderingsfunctie. Deze kunnen dan in de vijf klassen worden gepresenteerd (zie tabel 5.2). Daarna kunnen de deelmaatlatten geaggregeerd worden via een gewogen som van de gemiddelde meetwaarden, of, zoals in tabel 5.2 gebeurt, via een gewogen som van de kansen.

*Nodig:*

Verzameling meetgegevens;

Waardering deelmaatlatten;

Weging deelmaatlatten;

*Voorwaarde:*

Compensatie tussen deelmaatlatten is mogelijk;

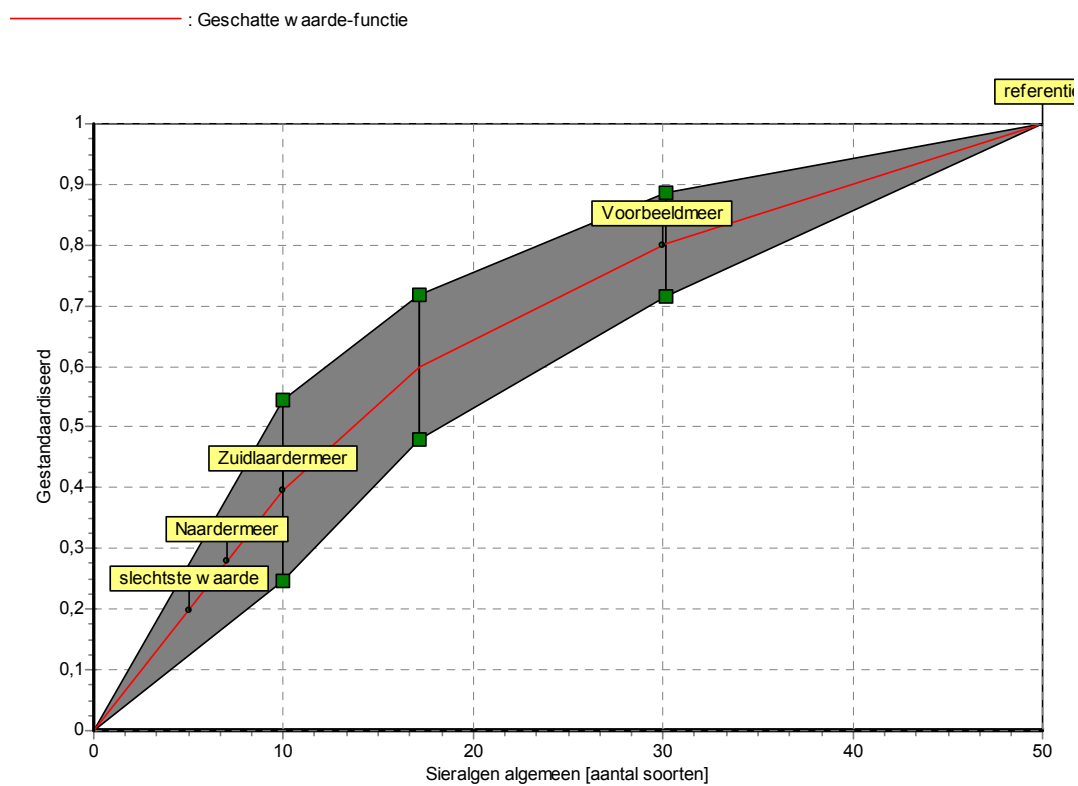
*Voordeel:*

Eindbeoordeling en inzicht in betrouwbaarheid van de eindbeoordeling;

*Nadeel:*

Meerdere meetgegevens nodig.

Een andere mogelijkheid is niet de waarderingsfunctie als een lijn vastleggen, maar als een range. Een voorbeeld hiervoor staat afgebeeld in Figuur 5.3. In een interactieve procedure kunnen hierbij waarderingsfuncties én gewichten bepaald worden op basis van kwalitatieve informatie van meerdere experts (zie Beinat, 1997). Deze methode is, tezamen met het vaststellen van gewichten, toegepast bij het selecteren van de meest geschikte technieken voor het saneren van een bodem.



*Figuur 5.3 Een voorbeeld van een range van waarderingsfuncties voor sieralgen algemeen.*

## 6. Conclusies en aanbevelingen

In feite is het bepalen van een eindoordeel voor een waterlichaam te vergelijken met het eindoordeel voor een eindrapport van een leerling op de middelbare school. De volgende vergelijkingen zijn hierbij van toepassing:

Deelmaatlat	→	proefwerken, overhoringen, werkstukken
Maatlat	→	vakken (engels, biologie, wiskunde, etc.)
Eindoordeel waterlichaam	→	eindoordeel overgang

### *Deelmaatlat*

Een leerling wordt getest met behulp van overhoringen of proefwerken (de deelmaatlaten). Bij zowel een overhoring als een proefwerk wordt het aantal foute antwoorden gemeten (negatieve indicatoren). Bij een overhoring ligt de grens tussen voldoende en onvoldoende bij 5 fout. Bij het proefwerk ligt de grens tussen voldoende en onvoldoende bij 10 fout. De fouten van zowel proefwerk als overhoring worden omgezet in een cijfer tussen 1 en 10. De waarderingsfunctie is echter verschillend.

### *Maatlat*

Het eindcijfer van het vak (maatlat) wordt berekend door de cijfers van de proefwerken en overhoringen gewogen te sommeren. Voorwaarde hierbij is dat de cijfers vergelijkbaar zijn: een 5 voor Engels betekent hetzelfde als een 5 voor Wiskunde. Verder geldt vaak dat een proefwerk twee keer zo zwaar meetelt als een overhoring.

### *Eindoordeel*

Als de leerling een 3 heeft voor een vak (maatlat) dan gaat de leerling niet over (waterlichaam wordt afgekeurd). Heeft de leerling een 4 voor een vak (maatlat) dan gaat de leerling alleen over indien dit gecompenseerd wordt met een 8 voor een ander vak. Gemiddeld moet de leerling minstens een 5,6 hebben om over te gaan.

### De referentie waarde

Op dit moment is er nog geen overeenstemming over de waardering van de referentiewaarde. De referentiewaarde gaat soms naar 0.9 (het midden van klasse “Zeer goed”), soms naar 1.0 (het uiteinde van de schaal) en zelfs soms naar 0.8 (vis in M14). Merk op dat als de referentiewaarde naar 1.0 getransformeerd wordt, dit overeenkomt met de EKR. Als de referentiewaarde echter naar 0.9 (of 0.8) getransformeerd wordt dan moet naast de referentiewaarde ook bepaald worden welke meetwaarde dan bij 1.0 hoort.

### *Advies:*

Bereik overeenstemming over de waardering van de referentiewaarde bij alle deelmaatlaten.

### EKR en klassen

Meetwaarden worden nu gewaardeerd door de EKR en door de waarderingsklassen. Het is verwarrend om via EKR naar de klassen te gaan.

### *Advies:*

Bepaal waardering van meetwaarde voor de klassen direct en niet via de EKR.



## Stappen voor schaling

Het schalen van deelmaatlaten door middel van het vaststellen van een waarderingsfunctie is geen eenvoudig proces. Aan de hand van het beantwoorden van onderstaande vragen kan u hierbij helpen:

### *Bepaling range:*

Wat is de slechtste waarde; welke waarde wordt op 0 afgebeeld?

Wat is de beste waarde; welke waarde wordt op 1 afgebeeld?

### *Bepaling vorm van de functie (voor positieve indicatoren):*

Wat is belangrijker: het terugbrengen van de indicator van 60% tot 50% of het terugbrengen van de indicator van 20% tot 10% ?

Als even belangrijk dan is de waarderingsfunctie lineair;

Als belangrijker dan is de waarderingsfunctie convex;

Als minder belangrijk dan is de waarderingsfunctie concaaf.

### *Bepaling vorm van de functie (voor negatieve indicatoren):*

Wat is belangrijker: het terugbrengen van de indicator van 60% tot 50% of het terugbrengen van de indicator van 20% tot 10% ?

Als even belangrijk dan is de waarderingsfunctie lineair;

Als belangrijker dan is de waarderingsfunctie concaaf;

Als minder belangrijk dan is de waarderingsfunctie convex.

### *Bepaling vorm van de functie (stapsgewijs):*

Welke meetwaarde hoort bij de grens van 'zeer goed' en 'goed' (0.8)?

Welke meetwaarde hoort bij de grens van 'goed' en 'matig' (0.6)?

Welke meetwaarde hoort bij de grens van 'matig' en 'ontoereikend' (0.4)?

Welke meetwaarde hoort bij de grens van 'ontoereikend' en 'slecht' (0.2)?

## Keuze voor aggregatie

Voor het aggregeren van deelmaatlaten in maatlaten wordt geadviseerd gewogen somming gecombineerd met one out - all out toe te passen. Dit kan door de volgende stappen toe te passen:

1. Spreek per deelmaatlat een grenswaarde af waarvoor geldt dat als de deelmaatlat slechter is dan deze grenswaarde, dan is er geen compensatie mogelijk.
2. Als de grenswaarde bijvoorbeeld 'slecht' is, en een deelmaatlat ligt in de klasse 'slecht' dan is gehele maatlat 'out'. Geef hierbij wel aan waarom de maatlat 'out' is;
3. Als waarderungen van alle deelmaatlaten beter is dan 'slecht' dan kan de gewogen som van de deelmaatlaten bepaald worden.
4. Resultaat: eindscore of 'out'.

Als er geen echte grenswaarde is die het compenseren van een heel slechte waarde verbiedt, dan kan normaal gewogen somming worden toegepast.

## 7. Literatuur

- Beinat, E. (1997). *Value functions for environmental management*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Beinat, E. & Janssen, R. (1994). *On the use of expert judgment to assess value functions for environmental management*, IVM Report W-94/17, Vrije Universiteit, Amsterdam.
- Beinat, E. & Rietveld, P. (1994). Expert-Based Value Functions for Soil Pollutants: Assessment and Aggregation of Responses. In: S. Rios (ed.), *Decision Theory and Decision Analysis: Trends and Challenges*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 279-294.
- Janssen, R. (1992). *Multiobjective decision support for environmental management*, Dordrecht: Kluwer Academic publishers.
- Keeney, R.L. (1992). *Value-Focused Thinking*, Cambridge: Harvard University Press.